

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 51 996 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
B 60 T 13/66
B 60 T 7/02
B 60 T 8/00 A

②1 Aktenzeichen: 198.51.996.6
②2 Anmeldetag: 11. 11. 98
④3 Offenlegungstag: 12. 5. 99

③0 Unionspriorität:

9-308826
10-33151

11. 11. 97 JP
16. 02. 98 JP

⑦1 Anmelder:

Akebono Brake Industry Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:

Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,
Anwaltssozietät, 80538 München

⑦2 Erfindér:

Takahashi, Kimio, Kasukabe, Saitama, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Steuersystem für eine Fahrzeugbremse

⑤7 Eine Steuereinheit, die durch Steuerung des Betriebs von elektrischen Verstelleinrichtungen Bremseinheiten zum Erzeugen einer Bremskraft entsprechend einer Bremsbetätigung veranlaßt, vergleicht die von einem ersten und einem zweiten Drucksensor erfaßte Druckdifferenz mit einem Schwellenwert und schaltet eine Steuerbetriebsart in eine Betriebsart für eine plötzliche Bremsung um, wenn die Druckdifferenz den Schwellenwert überschreitet, vergleicht die Betriebsart die plötzliche Bremsung mit einer Betriebsart für eine normale Bremsung, bei der die Druckdifferenz den Schwellenwert nicht überschreitet, und steuert dann die Zufuhr von elektrischer Leistung an die elektrischen Verstelleinrichtungen, so daß die durch die jeweiligen Bremseinheiten erzeugte Bremskraft ansteigt.

DE 198 51 996 A 1

DE 198 51 996 A 1

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Steuersystem für eine Fahrzeugbremse, das das Gefühl eines geeigneten Bremsvorganges hervorrufen kann, indem elektrisch angetriebene Bremsseinheiten mit überragendem Antwortverhalten gleichzeitig betätigt werden, indem ein Bremsbetriebszustand genau und schnell erfaßt wird und eine ausreichende und notwendige Bremskraft erzeugt wird, um eine ungenügende Bremsbetriebskraft auszugleichen, wenn es nötig ist, plötzlich zu bremsen, und des weiteren einen geeigneten Betrieb der Bremsseinheiten selbst bei einem Fehler im elektrischen System sicherstellt.

Intelligente Bremsfunktionen wurden tatsächlich bei kürzlich entwickeltem Zubehör für Fahrzeugbremsen eingeführt, um bei Antiblockier-Bremssystemen und Schlupf-Steuersystemen eingebaut zu werden und um sich mit intelligenten Systemen zu befassen. Die Entwicklung von elektrischen Bremsgeräten befindet sich im Fortschritt.

Im Falle eines derartigen elektrischen Bremsgerätes ist es sehr wichtig, ab das Bremsgerät so arbeitet, wie es ein Fahrer wünscht, da die Leistung einer Erfassungseinheit der Bremsbetätigung, die es dem Fahrer ermöglicht, einen Betätigungszustand des Bremspedals und die Leistung einer Steuereinheit zur Steuerung der Bremskraft der Bremsseinheiten durch Betätigung von elektrischen Verstelleinrichtungen entsprechend einem Signal von der Erfassungseinheit der Bremsbetätigung genau zu erfassen, die Bremsleistung stark beeinflußt.

Eine herkömmliche Erfassungseinheit der Bremsbetätigung wurde, wie es in der Fig. 10 beispielsweise gezeigt ist, entwickelt und ist am Trittabschnitt 1a des Bremspedals 1 eines Fahrzeugs mit einem Tretkraftsensor 2 zum Erfassen der vom Fahrer durch das Treten auf das Bremspedal 1 ausgeübten Tretkraft ausgestattet.

Eine vorbestimmte Gegenkraft (ein Bremsbetätigungsgefühl) wird normalerweise im Betrieb alleine vom obigen Bremspedal 1 erzeugt, wenn der Fahrer auf das Bremspedal 1 auftritt, welches elastisch durch eine Pedaldruckfeder 3 abgestützt ist, so daß das Bremspedal 1 zur Anfangsposition schnell zurückkehrt, wenn der Fahrer sein Bein vom Bremspedal 1 löst.

Der oben genannte Tretkraftsensor 2 gibt als Antwort auf die vom Fahrer ausgeübte Tretkraft ein elektrisches Signal aus. Die von einem Fahrer ausgeübte Tretkraft auf den Tretkraftsensor 2 steigt, wie durch die Kurve A der Fig. 11 gezeigt ist, bei einem plötzlichen Bremsen, wie beispielsweise einer Panikbremsung, scharf an, wohingegen sie langsam ansteigt, wie dies durch eine Kurve B gezeigt ist, wenn, wie beispielsweise bei einem normalen Bremsvorgang, langsam gebremst wird.

Wie in der Fig. 12 gezeigt ist, wird daher das elektrische Signal, das vom Tretkraftsensor 2 ausgegeben wird, differenziert, um eine Steigung der Tretkraft (Neigungen der in der Fig. 11 gezeigten Kurven A, B) zu erhalten und zwischen einer plötzlichen Bremsung und einer allmählichen Bremsung zu unterscheiden. Es ist daher möglich, den Bremsvorgang zu erzielen, den der Fahrer fordert, indem die Betätigung der Bremsseinheiten in Übereinstimmung mit den derart geschilderten Ergebnissen gesteuert wird.

Eine Kurve C in der Fig. 12 entspricht der Kurve A beim plötzlichen Bremsen der Fig. 11, wohingegen eine Kurve D der Fig. 12 der Kurve B beim allmählichen Bremsen der Fig. 11 entspricht.

Außerdem wurde eine Steuereinheit für die von der Bremsseinheit ausgegebene Bremskraft vorgeschlagen, die

die Zufuhr von elektrischer Energie an die elektrische Verstelleinheit abhängig vom Ausgangssignal des Tretkraftsensors 2 so steuert, daß eine Bremskraft erhalten wird, die proportional zur Intensität der von dem Tretkraftsensor 2 erfaßten Tretkraft ist.

Wie durch die Kurve A der Fig. 11 gezeigt ist, ist ein Rauschen n mit einer kleinen Amplitude beim Tretkraftsensor bei einer plötzlichen Bremsung überlagert. Beim Differenzieren des Ausgangssignals des Tretkraftsensors 2 wird das Rauschen n verstärkt und das verstärkte Rauschen n beeinflußt die Tretkraft, wie in der Fig. 12 gezeigt ist. Demzufolge ist zu befürchten, daß aufgrund des Rauschens n eine falsche Entscheidung bezüglich des Betätigungszustandes des Bremspedals 1 (beispielsweise ob oder ob nicht eine plötzliche Bremsung stattfindet?) getroffen werden könnte.

Wenn ein Filterverfahren ausgeführt wird, um das Rauschen n zu entfernen und einen derartigen Nachteil zu vermeiden, entsteht das Problem, daß die Antwortgeschwindigkeit verringert wird, da die benötigte Zeit für das Filterverfahren eine Zeitverzögerung im Bremsvorgang einführt, obwohl nun eine korrekte Entscheidung über den Betätigungszustand des Bremspedals 1 getroffen werden kann.

Wird eine Bremskraft, die proportional zur vom Tretkraftsensor 2 erfaßten Tretkraft ist, durch Steuern der Betätigung der elektrischen Verstelleinrichtung für den Fall erhalten, bei dem beispielsweise ein weiblicher Fahrer eine schwache Tretkraft besitzt, so ist der Wert der Tretkraft, die durch den Tretkraftsensor 2 bei einem plötzlichen Bremsvorgang erfaßt wird, klein. Dies kann ein ernstes Problem darstellen, da so eine notwendige und ausreichende Bremskraft nicht zur Verfügung steht.

In einigen herkömmlichen elektrischen Bremsen, beispielsweise Scheibenbremsen, ist eine Antriebseinheit einfach elektrisch angetrieben. Dies bedeutet, daß ein Elektromotor verwendet wird, um einen Kolben vor- und zurückzubewegen und Bremsschuhe gegen eine Scheibe zu drücken. Das Problem in diesem Falle besteht darin, daß eine Betätigung der Bremse bei einem Fehler im elektrischen System kaum sicherzustellen ist.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

In Anbetracht der oben genannten Probleme ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Steuersystem für eine Fahrzeugbremse vorzusehen, welches in der Lage ist, ein geeignetes Bremsbetätigungsgefühl hervorzurufen, elektrisch angetriebene Bremsseinheiten gleichzeitig und mit einem überragenden Antwortverhalten zu betätigen, indem ein Bremsbetätigungszustand genau und schnell erfaßt wird, und eine ausreichende und notwendige Bremskraft zu erzeugen, welche eine nicht ausreichende Bremsbetätigungskraft ausgleicht, wenn es notwendig wird, plötzlich zu bremsen.

Ein anderes Ziel der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Steuersystem für eine Fahrzeugbremse bereitzustellen, welches eine korrekte Betätigung der Bremsseinheiten selbst bei einem Fehler oder Versagen des elektrischen Systems sicherstellen kann.

Um das obige Ziel zu erreichen, umfaßt ein erfindungsgemäßes Steuersystem für eine Fahrzeugbremse: einen Hauptzylinder zum Erzeugen eines Fluiddrucks als Antwort auf eine Bremsenbetätigung, Bremsseinheiten, die jeweils durch elektrische Verstelleinrichtungen betätigt werden, eine Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung zum Erfassen eines Bremsbetätigungszustands mittels des ausgegebenen Fluiddrucks des Hauptzylinders, welche ein Signal ausgibt, das dem Bremsbetätigungszustand entspricht, und eine Steuereinheit zum Steuern der ausgegebenen Bremskraft einer jeden Bremsseinheit durch Betätigen der elektrischen Verstelle-

einheit entsprechend dem ausgehenden Signal der Erfassungseinheit für die Bremsenbetätigung, wobei die Erfassungseinheit für die Bremsenbetätigung eine Eingangskammer aufweist, der der Fluiddruck im Hauptzylinder zugeleitet ist, eine volumetrische, variable Kammer, die mit der Eingangskammer über eine Öffnung verbunden ist, einen Kolben, der in der volumetrischen, variablen Kammer gleitet, eine Feder zum Drücken des Kolbens in der Richtung einer Verringerung des Volumens der volumetrischen, variablen Kammer, einen ersten und zweiten Drucksensor zum Erfassen jeweils des Fluiddrucks in der Eingangskammer und des Fluiddrucks in der volumetrischen, variablen Kammer, und wobei ferner die Steuereinheit zum Umschalten zwischen Steuerbetriebsarten entsprechend einer Druckdifferenz zwischen der Eingangskammer und der volumetrischen, variablen Kammer verwendet wird, wie sie basierend auf den Ausgangssignalen der ersten und zweiten Drucksensoren berechnet ist, sowie zum Umschalten der Steuerbetriebsart auf eine Betriebsart zum plötzlichen Bremsen, wenn die Druckdifferenz einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet, um so die Betriebsart zum plötzlichen Bremsen mit der Steuerbetriebsart zu vergleichen, wenn der Fluiddruck den Schwellenwert nicht überschreitet, und zum Steuern der Zufuhr von elektrischer Energie zu einer jeden elektrischen Verstelleinheit, so daß die durch die Bremseinheit erzeugte Bremskraft erhöht wird.

Bei der obigen Anordnung bewirkt die Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung, daß der vom Hauptzylinder als Antwort auf die Bremsenbetätigung ausgegebene Fluiddruck von der Eingangskammer und der volumetrischen, variablen Kammer angenommen und aufgenommen wird, und überträgt gleichzeitig eine geeignete Gegenkraft an das Bremspedal als Bremsbetätigungsmittel, indem die Druckkraft der Feder zum Drücken des Kolbens in die volumetrische, änderbare Kammer benutzt wird.

Des weiteren ermöglicht die Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung, daß das Fluid in der Eingangskammer allmählich durch das Zuleiten des Fluiddrucks des Hauptzylinders unter Druck gesetzt wird, wenn langsam gebremst wird, und damit der Bremsvorgang langsam bei einer langsamen oder normalen Bremsbetriebsart stattfindet. Dann fließt das derartig unter Druck gesetzte Fluid in der Eingangskammer über die Öffnung in die volumetrische, variable Kammer und der Fluiddruck in der Eingangskammer wird im wesentlichen gleich dem Fluiddruck in der volumetrischen, variablen Kammer. Der Fluiddruck in der Eingangskammer und der volumetrischen, variablen Kammer schwankt in Übereinstimmung mit dem vom Hauptzylinder erzeugten Fluiddruck als Antwort auf die Bremsbetätigung und kann als ein Parameter verwendet werden, der das Maß der Bremsbetätigung genau wiedergibt. Daher zeigt die Druckdifferenz zwischen der Eingangskammer und der volumetrischen, variablen Kammer bei einem langsamen Bremsvorgang eine im wesentlichen konstante Kurve vom Anfangszustand bis zum Endzustand des Bremsvorganges.

Bei einem plötzlichen Bremsen, bei dem die Bremsen plötzlich in einer plötzlichen oder panikartigen Bremsbetriebsart betätigt wird, setzt andererseits die Einleitung des Fluiddrucks im Hauptzylinder das Fluid in der Eingangskammer plötzlich unter Druck, was zu einer Verzögerung des Durchlasses von Fluid in der Eingangskammer durch die Öffnung führt. Während der Fluiddruck in der Eingangskammer von einem Anfangszustand des Bremsvorganges stark ansteigt, wird der Anstieg des Fluiddrucks in der volumetrischen, variablen Kammer im Anfangszustand des Bremsvorganges unter dem Einfluß der Öffnung verzögert; Daher weist die Druckdifferenz zwischen der Eingangskammer und der volumetrischen, variablen Kammer bei einem

plötzlichen Bremsen einen sich erhöhenden Abschnitt auf, der beim Anfangszustand des Bremsvorganges stark ansteigt und im Endzustand eine im wesentlichen konstante, charakteristische Kurve zeigt.

Eine ähnliche Tendenz tritt unweigerlich selbst dann auf, wenn ein weiblicher Fahrer mit einer schwachen Trittkraft die Bremsen betätigt. Ob oder ab nicht die oben genannte Druckdifferenz den sich erhöhenden Abschnitt aufweist, der im Anfangszustand stark ansteigt, bei dem der Bremsvorgang beginnt, kann durch vorheriges Festlegen eines geeigneten Schwellenwerts und durch Vergleich der Größen genau bestimmt werden, um so festzustellen, ob der Druckunterschied den Schwellenwert überschreitet. Des weiteren beinhaltet das Verfahren zur Berechnung der Fluiddruckdifferenz und zum Vergleich der Größen der Fluiddruckdifferenz und des Schwellenwerts keine Differenzierung, sondern nur Additionen und Subtraktionen. Daher wird das Rauschen, welches ein Problem beim Stand der Technik darstellt, niemals verstärkt.

Die Steuereinheit steuert auch die Zufuhr von elektrischer Energie an die elektrische Verstelleinrichtung in Übereinstimmung mit dem erfaßten Bremsbetätigungszustand, wobei die elektrisch betätigte Bremseinheit mit einem geeigneten, überragendem Antwortverhalten betätigt werden kann, wie es vom Fahrer gefordert ist.

Insbesondere schaltet die Steuereinheit die Steuerbetriebsart auf die Betriebsart zum plötzlichen Bremsen um, wenn ein Überschreiten des Schwellenwerts durch den Druckunterschied erfaßt wird, und steuert die Zufuhr der elektrischen Energie an die elektrische Verstelleinrichtung, um eine Bremskraft zu erhalten, die größer als die ist, die bei einem langsamen Bremsen bereitgestellt wird. Daher kann bei der Betriebsart zum plötzlichen Bremsen die notwendige Bremskraft korrekt erzeugt und eine nicht ausreichende Bremskraft selbst in dem Fall ausgeglichen werden, in dem ein weiblicher Fahrer eine schwache Trittkraft auf das Pedal ausübt.

Andererseits ist bevorzugt, daß die Steuereinheit die Steuerbetriebsart zur normalen Bremsbetriebsart umschaltet, wenn der Druckunterschied den Schwellenwert nicht überschreitet, und die Zufuhr der elektrischen Energie an die elektrische Verstelleinrichtung basierend auf den Fluiddruck beim ersten Drucksensor und den beim zweiten Drucksensor so steuert, daß die in der Bremseinheit erzeugte Bremskraft einem Wert gleicht, der dem vom Hauptzylinder in der Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung eingeleiteten Fluiddruck entspricht.

Mit anderen Worten sind die von den ersten und zweiten Drucksensoren erfaßten Werte beim langsamen Bremsen einander im wesentlichen gleich und ein jeder der Werte ändert sich mit dem vom Hauptzylinder erzeugten Druck als Antwort auf die Bremsbetätigung. Dadurch wird ein Parameter gebildet, der die Intensität der Bremsbetätigungskraft genau wiedergibt.

Folglich kann eine geeignete Bremskraft erzeugt werden, die der Bremsbetätigungskraft entspricht, wie in dem Fall, in dem die Bremseinheit mit dem vom Hauptzylinder angegebenen Fluiddruck direkt betätigt wird, indem die Zufuhr der elektrischen Energie an die elektrische Verstelleinrichtung basierend auf dem vom ersten oder zweiten Drucksensor erfaßten Fluiddruck gesteuert wird.

Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der Erfindung ist ein Steuersystem für eine Fahrzeugbremse mit elektromagnetischen Ventilen für Sensoren ausgestattet, wobei die elektromagnetischen Ventile für die Sensoren zum jeweiligen Öffnen und Schließen von Hydraulikdurchlässen zum Einleiten des vom Hauptzylinder ausgegebenen Hydraulikdruckes verwendet werden, sowie mit elektromagnetischen

Ventilen für Antriebsabschnitte, die zum jeweiligen Öffnen und Schließen von Hydraulikdurchlässen zum Einleiten des vom Hauptzylinder ausgehenden Hydraulikdruckes verwendet werden, und mit einer Steuereinheit zum Steuern der Betätigung der Bremsenheiten, der elektromagnetischen Ventile für die Sensoren und der elektromagnetischen Ventile für die Antriebsabschnitte.

Bei der obigen Anordnung hält die Steuereinheit das elektromagnetische Ventil für den Antriebsabschnitt geschlossen und das elektromagnetische Ventil für den Sensor geöffnet, während das elektrische System normal arbeitet. Die Steuereinheit bewirkt, daß der vom Hauptzylinder erzeugte Hydraulikdruck von der Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung angenommen wird, und steuert die Betätigung der elektrischen Verstellvorrichtung der Bremsenheit entsprechend dem von der Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung ausgegebenen Signal, um dadurch die Bremsenheit zum Ausführen des vorbestimmten Bremsvorgangs zu veranlassen.

In diesem Fall bewirkt die Erfassungseinheit der Bremsbetätigung, daß der vom Hauptzylinder ausgegebene Fluiddruck von der Eingangskammer und der volumetrischen, variablen Kammer angenommen wird und überträgt gleichzeitig eine geeignete Gegenkraft zu das Bremspedal als Bremsbetätigungsmittel, indem die Druckkraft der Feder verwendet wird, um den Kolben in die volumetrische, variable Kammer zu drücken.

Des weiteren fließt bei der Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung das in der Eingangskammer unter Druck stehende Fluid über die Öffnung in die volumetrische, variable Kammer, da das Fluid in der Eingangskammer aufgrund des Einleitens des Fluiddrucks im Hauptzylinder beim langsamen Bremsen langsam unter Druck gesetzt wird, bei dem langsam auf das Bremspedal getreten und kein so großer Druckunterschied zwischen der Eingangskammer und der volumetrischen, variablen Kammer erzeugt wird.

Beim plötzlichen Bremsen, bei dem plötzlich auf das Bremspedal getreten wird, wird andererseits der Durchlaß durch die Öffnung verzögert, da das Fluid in der Eingangskammer aufgrund des Einleitens des Fluiddrucks im Hauptzylinder plötzlich unter Druck gesetzt wird. Der Fluiddruck in der volumetrischen, variablen Kammer steigt allmählich, wohingegen der Fluiddruck in der Eingangskammer schnell ansteigt. Dies erzeugt einen starken Druckunterschied zwischen der Eingangskammer und der volumetrischen, variablen Kammer.

Mit anderen Worten stellt der Druckunterschied zwischen der Eingangskammer und der volumetrischen, variablen Kammer eine Information dar, die den Betätigungszustand des Bremspedals seitens des Fahrers korrekt wiedergibt. Der vom Fahrer gewünschte Bremsvorgang kann durch Erfassen der Druckdifferenz zwischen der Eingangskammer und der volumetrischen, variablen Kammer basierend auf den von den ersten und zweiten Drucksensoren erfaßten Werten festgestellt werden.

Des weiteren müssen die von den jeweiligen Drucksensoren erfaßten Werte nur durch Bildung einer Differenz ohne jegliche Differentiation berechnet werden. Das beim Auftreten auf das Bremspedal seitens des Fahrers hinzugefügte Rauschen wird nicht verstärkt.

Wenn des weiteren ein Fehler im elektrischen System auftritt oder dieses versagt, hält die Steuereinheit das elektromagnetische Ventil für den Sensor geschlossen und das elektromagnetische Ventil für den Antriebsabschnitt offen, um so die Bremsenheit hydraulisch zu betreiben, indem der vom Hauptzylinder erzeugte Hydraulikdruck als Antwort auf den Bremsvorgang dem hydraulischen Abschnitt der Bremsenheit zugeleitet wird.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 zeigt ein schematisches Blockdiagramm eines Steuersystems für eine Fahrzeugbremse gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 zeigt eine vergrößerte Schnittansicht einer Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung der Fig. 1;

Fig. 3 zeigt eine vergrößerte Schnittansicht eines Einwegventils in der Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung der Fig. 2;

Fig. 4 zeigt einen Graph, in dem Ausgangssignale eines Drucksensors der Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung der Fig. 1 bei einem langsamen Bremsen;

Fig. 5 zeigt ein Diagramm, in dem Ausgangssignale des Drucksensors der in der Fig. 1 gezeigten Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung bei einem plötzlichen Bremsen dargestellt sind;

Fig. 6 zeigt ein Flußdiagramm, in dem ein Bremsvorgang in einer in Fig. 1 gezeigten Steuereinheit dargestellt ist;

Fig. 7 zeigt ein Diagramm, in dem die Korrelation zwischen dem durch den Drucksensor erfaßten Fluiddruck und einem Soll-Fluiddruck für eine der Bremsbetätigung entsprechende Bremskraft dargestellt sind;

Fig. 8 zeigt ein Flußdiagramm, in dem ein Bremsvorgang in der in Fig. 1 dargestellten Steuereinheit dargestellt ist;

Fig. 9 zeigt eine Karte, in dem die Korrelation zwischen der erfaßten Druckdifferenz und der von einem Fahrer geforderten Bremsbetätigung bei der in der Fig. 1 gezeigten Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung;

Fig. 10 zeigt ein schematisches Blockdiagramm einer herkömmlichen Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung;

Fig. 11 zeigt ein charakteristisches Diagramm, in dem der Unterschied zwischen der Tretkraft, die auf ein Bremspedal bei einem plötzlichen Bremsen wirkt, und der, wie sie bei einem langsamen Bremsen wirkt; und

Fig. 12 zeigt ein Diagramm, in dem Differenzwerte der in Fig. 11 gezeigten Tretkraft gezeigt sind.

GENAUE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

Im folgenden werden unter Bezugnahme auf die beigegebenen Zeichnungen bevorzugte Ausführungsbeispiele eines Steuersystems für eine Fahrzeugbremse gemäß der vorliegenden Erfindung erläutert.

Die Fig. 1-7 zeigen ein Steuersystem für eine Fahrzeugbremse gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung: Fig. 1 zeigt ein schematisches Blockdiagramm eines Steuersystems für eine Fahrzeugbremse gemäß der vorliegenden Erfindung; Fig. 2 zeigt eine vergrößerte Schnittansicht einer Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung der Fig. 1; Fig. 3 zeigt eine vergrößerte Schnittansicht eines Einwegventils in der Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung der Fig. 2; Fig. 4 zeigt einen Graph, in dem Ausgangssignale von Drucksensoren in der Erfassungseinheit für einen Bremsvorgang der Fig. 1 bei einem langsamen Bremsen dargestellt sind; Fig. 5 zeigt einen Graph, in dem Ausgangssignale der Drucksensoren der Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung der Fig. 1 bei einem plötzlichen Bremsen dargestellt sind; Fig. 6 zeigt ein Flußdiagramm, in dem ein Bremsvorgang in einer Steuereinheit der Fig. 1 dargestellt ist; und Fig. 7 zeigt ein Diagramm, in dem die Korrelation zwischen dem durch den Drucksensor erfaßten Fluiddruck und einem Soll-Fluiddruck für eine der Bremsbetätigung entsprechende Bremskraft dargestellt ist.

Wie in Fig. 1 gezeigt ist, umfaßt ein Steuersystem 10 für eine Fahrzeugbremse gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung einen Hauptzylinder 13 zur Erzeugung eines Fluiddrucks als Antwort auf die Bremsbetätigung

(Niedertreten des Gaspedals), die an einem Bremspedal 11 ausgeführt wird, eine Vielzahl von Bremseinheiten 15, von denen eine jede mit Fluiddruck-Antriebsabschnitten 151 und elektrischen Verstelleinrichtungen 152 als Antriebsquellen versehen ist, und die durch den Fluiddruck oder durch elektrische Energie betrieben werden, eine Erfassungseinheit 17 für die Bremsbetätigung zum Erfassen eines Bremszustandes anhand des vom Hauptzylinder 13 ausgegebenen Fluiddrucks, welche Signale entsprechend dem Bremszustand ausgibt, elektromagnetische Ventile 22, 23, welche als Sensoren und zum Öffnen und Schließen von Fluiddurchlässen 19, 20 verwendet werden, um den Fluiddruck, der vom Hauptzylinder 13 ausgegeben wird, an die Erfassungseinheit 17 für den Bremsvorgang weiterzuleiten, elektromagnetische Ventile 28, die als Antriebsabschnitte zum Öffnen und Schließen von Fluiddurchlässen 25 und zum Zuleiten des vom Hauptzylinder 13 ausgegebenen Fluiddrucks an die jeweiligen Fluiddruck-Antriebsabschnitte 151 dienen, und eine Steuereinheit 30 zum Steuern der Betätigung der Bremseinheiten 15, der als Sensoren verwendeten elektromagnetischen Ventile 22, 23 und der als Antriebsabschnitte verwendeten elektromagnetischen Ventile 28.

Das Bremspedal 11 ist mit einem Kolben im Hauptzylinder 13 verbunden, so daß vom Hauptzylinder 13 ein Fluiddruck ausgegeben wird, der der auf das Pedal wirkenden Tretkraft entspricht.

Die Bremseinheit 15 gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist als eine Scheibenbremseinheit ausgebildet, wie sie beispielsweise durch die offengelegte japanische Patentveröffentlichung Nr. 60157/1993 beschrieben ist, bei der sich der Kolben in einem Sattel 156 zum Andrücken von Bremschuhen 154, 155 an eine Scheibenbremse 153 durch den Fluiddruck-Antriebsabschnitt 151 oder die elektrische Verstelleinrichtung 152 vor- und zurückbewegt.

Die elektromagnetischen Ventile 22, 23 sind bei diesem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel elektromagnetische Ventile von der geschlossenen Bauart und schließen im Betrieb die Fluiddurchlässe 19, 20, wenn ein Fehler oder ein Versagen im elektrischen System auftritt, wie in Fig. 1 gezeigt ist.

Die elektromagnetischen Ventile 28 sind bei diesem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel elektromagnetische Ventile von der geöffneten Bauart und schließen im Betrieb die Fluiddurchlässe 25 bei einem Fehler oder einem Versagen im elektrischen System, wie dies in Fig. 1 gezeigt ist.

Wie in der Fig. 2 gezeigt ist, umfaßt die Erfassungseinheit 17 für die Bremsbetätigung eine Eingangskammer 32 zum Einleiten des Fluiddrucks im Hauptzylinder 13, eine volumetrische, variable Kammer 38, die mit der Eingangskammer 32 über eine in einem Einwegventil 34 ausgebildete Öffnung 36 verbunden ist, einen Kolben 40, der in der volumetrischen, variablen Kammer 38 gleitet, eine Feder 42 zum Drücken des Kolbens in eine Richtung, in der sich das Volumen der volumetrischen, variablen Kammer 38 verringert, und einen ersten und einem zweiten Drucksensor 44, 45 zum Erfassen des Fluiddrucks in der Eingangskammer 32 und in der volumetrischen, variablen Kammer 38.

Wie in der Fig. 3 gezeigt ist, umfaßt das Einwegventil 34 ein Ventilgehäuse 51 zum Ausbilden eines Verbindungsdurchlasses 48, der zur Verbindung der Eingangskammer 32 mit der volumetrischen, variablen Kammer 38 dient und mit einem Ventilsitzabschnitt 49 auf dem Weg zum Verbindungsdurchlaß 48 mit einem gedrosselten Durchmesser ausgestattet ist, und einen Ventilkörper 53, der innerhalb des Verbindungsdurchlasses 48 des Ventilgehäuses 51 gleitbar ist.

Der Ventilkörper 53 ist derart ausgestaltet, daß die Öff-

nung 36 durch den Mittensegment des Ventilkörpers 53 reicht. Wenn auf das Bremspedal 11 während eines Anstiegs des Fluiddrucks im Hauptzylinder 13 getreten wird, dann bewirkt der Fluiddruck von der Eingangskammer 32 ein Setzen des Ventilkörpers 53 in den Ventilsitzabschnitt 49, um so den Durchmesser der Öffnung 36 im Verbindungsdurchlaß 48 zu drosseln. Wenn das Bremspedal 11 bei einem Absinken des Fluiddrucks im Hauptzylinder 13 losgelassen wird, bewirkt der Fluiddruck von dort, daß der Verbindungsdurchlaß 48 gedrosselt wird.

Eine Feder 55 drückt auf den Ventilkörper 53, um den Ventilkörper 53 in Richtung des Ventilsitzabschnittes 49 zu drücken, so daß der Ventilkörper 53 am Ventilsitzabschnitt sitzenbleibt. Die Andrückkraft der Feder 55 ist auf geeignete Weise derart festgelegt, daß der Fluiddurchlaß geöffnet wird, wenn der Fahrer den Fuß vom Bremspedal 11 nimmt und wenn das Fluid in der volumetrischen, variablen Kammer 38 in die Eingangskammer 32 zurückkehrt, während die Feder 42 gegen den Kolben 40 drückt, nachdem der Ventilkörper 53 durch den Druck des von der volumetrischen, variablen Kammer 38 zur Eingangskammer 32 zurückgekehrten Fluids sich schnell von dem Ventilsitzabschnitt 49 gelöst hat.

Während eines normalen Betriebs des elektrischen Systems schließt die Steuereinheit 30 ein jedes elektromagnetische Ventil 28 der Antriebsabschnitte, hält die elektromagnetischen Ventile der Sensoren offen, erfaßt den Bremsbetätigungszustand basierend auf den Signalen von den ersten und zweiten Drucksensoren 44, 45 der Erfassungseinheit 17 für die Bremsbetätigung, steuert den Betrieb der elektrischen Verstelleinrichtung 152 der Bremseinheiten 15 als Antwort auf den Bremsbetätigungszustand und setzt die Bremseinheiten 15 in Gang, indem der Fluiddruck in den Radzylindern der Fluiddruck-Antriebsabschnitte 151 erhöht wird, um so die Bremskraft zu erzeugen. Wenn ein Fehler im elektrischen System auftritt, was den normalen Betrieb der elektrischen Verstelleinrichtungen 152 verhindert, dann schließt die Steuereinheit 30 die elektromagnetischen Ventile 22 der Sensoren und öffnet gleichzeitig ein jedes der elektromagnetischen Ventile 28 der Antriebsabschnitte und leitet den ausgegebenen Fluiddruck im Hauptzylinder 13 in die Radzylinder der Fluiddruck-Antriebsabschnitte 151, um dadurch die Bremseinheiten 15 zu betätigen.

Fig. 4 zeigt ein Diagramm, das vom Abtasten der Ausgangssignale P1 des ersten Drucksensors 44 stammt. Diese Figur zeigt den Fluiddruck in der Eingangskammer 32 der Erfassungseinheit 17 für die Bremsbetätigung und die Ausgänge P2 des zweiten Drucksensors 45, die den Fluiddruck in der volumetrischen, variablen Kammer 38 darstellen. Des weiteren ist die Fluiddruckdifferenz $\Delta F (= P1 - P2)$ zwischen den Kammern bei einem normalen Bremsvorgang dargestellt.

Fig. 5 zeigt einen Graph, der vom Abtasten der Ausgänge P1 der ersten Drucksensoren 44 resultiert und den Fluiddruck in der Eingangskammer 32 der Erfassungseinheit 17 für die Bremsbetätigung darstellt, und der Ausgänge P2 des zweiten Drucksensors 45, die den Fluiddruck der volumetrischen, variablen Kammer 38 darstellen, und des weiteren der Fluiddruckdifferenz $\Delta F (= P1 - P2)$ zwischen den Kammern bei einem plötzlichen oder panikartigen Bremsvorgang.

Wie anhand der Fig. 4 und 5 deutlich wird, verläuft die Fluiddruckdifferenz ΔF zwischen der Eingangskammer 32 und der volumetrischen, variablen Kammer 38 der Erfassungseinheit 17 für die Bremsbetätigung bei einem normalen Bremsvorgang in einer im wesentlichen konstanten, charakteristischen Kurve vom Anfangszustand bis zum Endzustand des Bremsvorgangs. Bei einem plötzlichen Bremsvor-

gang dagegen zeigt die Fluiddruckdifferenz ΔF dazwischen eine Zunahme L , die im Anfangszustand des Bremsvorganges stark ansteigt, aber im Endzustand als eine konstante, charakteristische Kurve ausgebildet ist. Eine Tendenz wie diese ist selbst dann unvermeidbar, wenn ein weiblicher Fahrer mit einer schwachen Auftretsstärke die Bremsen betätigt.

Ob oder ob nicht die Fluiddruckdifferenz ΔF eine derartige Zunahme L aufweist, die im Anfangszustand des Bremsvorganges stark ansteigt, kann durch einen Vergleich der Werte der Fluiddruck-Druckdifferenzen ΔF genau bestimmt werden, also ob die Fluiddruckdifferenz ΔF einen Schwellenwert $S1$ überschreitet, wobei zuvor ein geeigneter Schwellenwert $S1$ gesetzt wurde.

Des weiteren basiert das Verfahren zum Berechnen der Fluiddruckdifferenz ΔF und zum Vergleich der Werte der Fluiddruckdifferenz ΔF und des Schwellenwerts $S1$ nicht auf einer Differenzierung, sondern auf Additionen und Subtraktionen. Das beim Betätigen der Bremsen durch den Fahrer hinzugefügte Rauschen wird somit nicht verstärkt.

Basierend auf der oben erwähnten Information steuert die Steuereinheit 30 bei diesem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel den Betrieb der elektrischen Verstellrichtungen 153, indem sie den Wert des Stromes berechnet, der an die elektrischen Verstellrichtungen 152 über die in der Fig. 6 gezeigten Schritte zum Zeitpunkt der Bremsenbetätigung zugeführt wird.

Insbesondere wird jede der Variablen ($P1$, $P2$ usw.) in einem Speicher initialisiert, wenn das Programm gestartet wird. Wie im Schritt 101 gezeigt ist, besorgt sich die Steuereinheit 30 den Fluiddruck $P1$ in der Eingangskammer 32, den Fluiddruck $P2$ in der volumetrischen, variablen Kammer 38, die jeweils von den Sensoren 44, 45 ausgegeben sind, sowie den Fluiddruck $P3$ in den Radzylindern der Bremseinheiten 15, der durch Fluiddrucksensoren (nicht gezeigt) erfaßt ist. Daraufhin wird die Fluiddruckdifferenz ΔF , wie in Schritt 102 gezeigt, zwischen der Eingangskammer 32 und der volumetrischen, variablen Kammer 38 anhand dieser Druckwerte berechnet, um festzustellen, ob oder ob nicht die auf diese Weise berechnete Fluiddruckdifferenz ΔF einen vorbestimmten Schwellenwert $S1$ überschreitet.

Wenn die Fluiddruckdifferenz ΔF den Schwellenwert $S1$ nicht überschreitet, wird der vom Fahrer vorgegebene Bremszustand als normal eingestuft und Schritt 201 wird ausgeführt.

Wenn die Fluiddruckdifferenz ΔF den Schwellenwert $S1$ überschreitet, wird Schritt 103 ausgeführt, um festzustellen, ob oder ob nicht der Fluiddruck $P1$ (n) in der Eingangskammer 32 größer ist als der Fluiddruck $P1$ ($n-1$) in der Eingangskammer 32, der bei dem vorherigen Verarbeitungsschritt festgelegt wurde. Wenn der während des vorhergehenden Verarbeitungsschrittes festgelegte Fluiddruck größer ist, dann nimmt der Fluiddruck in der Eingangskammer 32 ab und es wird festgestellt, daß der vom Fahrer gewünschte Bremsvorgang in Richtung einer schwächeren Bremskraft gehen soll. Anschließend wird Schritt 201 ausgeführt, wie in dem Fall, in dem die Fluiddruckdifferenz ΔF den Schwellenwert $S1$ nicht überschreitet.

In den Schritten 201-203 wird die Steuerbetriebsart in die Betriebsart für das normale Bremsen umgeschaltet und der an die elektrischen Verstellrichtungen 152 zuzuleitende Steuerstrom I wird basierend auf den Fluiddruck festgelegt, der durch den ersten Drucksensor 44 erfaßt wurde, so daß die Bremskraft, die in der Bremseinheit 15 erzeugt wird, dem Fluiddruck im Hauptzylinder 13 entspricht, welcher in die Erfassungseinheit 17 für den Bremsvorgang eingeleitet ist.

Insbesondere wird ein idealer Soll-Fluiddruck $P4$ berech-

net, der, wie in der Fig. 7 gezeigt ist, als eine Funktion des Fluiddruckes $P1$ in der Eingangskammer 32 ausgedrückt ist, welcher wiederum durch den ersten Drucksensor 44 erfaßt ist. Die Differenz ΔP zwischen dem Soll-Fluiddruck $P4$ ($n-1$), der während des vorangegangenen Verarbeitungsschrittes berechnet wurde, und dem Fluiddruck $P3$ im Radzylinder, der während des derzeitigen Verarbeitungsschrittes erfaßt wurde, wird jedoch berechnet, damit die Bremskraft der Bremseinheit 15 genau gleich dem Soll-Fluiddruck $P4$ im Schritt 204 werden kann, bevor der ideale Soll-Fluiddruck $P4$ berechnet wird. Dann wird der Steuerstrom I so gesteuert, daß die Differenz ΔP verringert wird.

Mit anderen Worten wird die Differenz ΔP gemäß der folgenden Gleichung (1) erhalten

$$\Delta P = P4(n-1) - P3 \quad (1).$$

Im Schritt 202 wird der Soll-Fluiddruck $P4$ gemäß der folgenden Gleichung (2) erhalten

$$P4(n) = k1 \cdot f(P) \quad (2)$$

wobei $k1$: Korrekturkoeffizient.

Im Schritt 203 wird der unter Berücksichtigung der obigen Differenz ΔP korrigierte Soll-Fluiddruck verwendet, um den Steuerstrom I des Soll-Fluiddruckes $P4$, der zum derzeitigen Zeitpunkt berechnet wurde, festzulegen. Der Steuerstrom I wird verwendet, um wiederholt die Bremskraft zu steuern, wobei einem langsamen Bremszustand, der einem Treivorgang entspricht, genau gefolgt werden kann.

In diesem Fall wird der Steuerstrom I durch die folgende Gleichung (3) ausgedrückt.

$$I = k2 \cdot P4(n) + k3 \cdot \Delta P \quad (3).$$

Dann folgt wieder Schritt 101, nachdem der an die elektrische Verstellrichtung 152 zu liefernde Strom I derart festgelegt ist, daß der Fluiddruck im Radzylinder der Bremseinheit 15 dem Soll-Fluiddruck $P4$ entspricht.

Wenn der Fluiddruck $P1$ (n) in der Eingangskammer 32 derzeit größer ist als der Fluiddruck $P1$ ($n-1$) in der Eingangskammer 32, der während des vorangegangenen Verarbeitungsschrittes im Schritt 103 erhalten wurde, wird andererseits festgestellt, daß vom Fahrer eine plötzliche oder panikartige Bremsung gefordert wird und es folgt Schritt 104, da die Fluiddruckdifferenz ΔF größer ist als der Schwellenwert $S1$ und da der Fluiddruck in der Eingangskammer 32 gerade ansteigt.

Im Schritt 104 wird die Steuerbetriebsart in die Betriebsart für die plötzliche Bremsung umgeschaltet und der Steuerstrom I , wird der elektrischen Verstellrichtung 152 zugeleitet, um die durch die Bremseinheit 15 bei I_{\max} zum Maximieren der Bremskraft erzeugte Bremskraft festzulegen und es folgt wieder Schritt 102.

Wie oben erläutert, bewirkt die Erfassungseinheit 17 für die Bremsbetätigung beim Steuersystem 10 für die Fahrzeugbremse, daß der vom Hauptzylinder 13 als Antwort auf den Bremsvorgang ausgegebene Fluiddruck durch die Eingangskammer 32 und die volumetrische, variable Kammer 38 angenommen und aufgenommen wird. Gleichzeitig bewirkt sie, daß ein vorteilhaftes Bremsgefühl entsteht, indem eine geeignete Gegenkraft an das Bremspedal 11 als Bremsbetätigungsmittel weitergeleitet wird, indem die Andrückkraft der Feder 42 zum Drücken des Kalbens 40 in die volumetrische, variable Kammer 38 verwendet wird.

Die Steuereinheit 30 zum Steuern der von der Bremseinheit 15 erzeugten Bremskraft durch Steuerung der Zufuhr von elektrischer Energie an die elektrische Verstellrichtung

tung 152 erfaßt die Fluiddruckdifferenz ΔF zwischen der Eingangskammer 32 und der volumetrischen, variablen Kammer über die Ausgänge der ersten und zweiten Drucksensoren 44, 45 der Erfassungseinheit 17 für die Bremsbetätigung, um genau und schnell herauszufinden, ob die vom Fahrer bewirkte Bremsung eine normale oder langsame Bremsung oder andernfalls eine plötzliche oder panikartige Bremsung ist, indem die Werte der Fluiddruckdifferenz ΔF und der vorbestimmte Schwellenwert S1 verglichen werden.

Um die Zufuhr von elektrischer Energie an die elektrische Verstelleinrichtung 152 durch Umschalten zwischen den Steuerbetriebsarten als Antwort auf den solchermaßen erfaßten Bremszustand zu steuern, ist die motorgetriebene Bremseinheit 15 derart ausgestaltet, daß sie in geeigneter Weise mit einer hohen Antwortgeschwindigkeit so funktioniert, wie es der Fahrer fordert.

Des weiteren wird die Zufuhr von elektrischer Energie an die elektrische Verstelleinrichtung 152 so gesteuert, daß die Bremskraft maximiert wird, die bei einer plötzlichen Bremsung erzeugt wird, bei der die Fluiddruckdifferenz ΔF den Schwellenwert S1 überschreitet. Demzufolge kann in geeigneter Weise eine ausreichende und notwendige Bremskraft, die eine zu schwache Bremsbetätigungskraft ausgleicht, selbst beispielsweise im Falle eines weiblichen Fahrers mit einer schwachen Trittsstärke auf das Pedal erzeugt werden, wodurch Schwierigkeiten vermeidbar sind, die von einer zu geringen Betätigungskraft her rühren.

Bei einer langsamen Bremsung, bei der die Fluiddruckdifferenz ΔF den Schwellenwert S1 nicht überschreitet, wird die Bremsbetätigungskraft des Fahrers zur Steuerung des Steuerstroms verwendet, der an die elektrische Verstelleinrichtung 152 weitergeleitet wird, indem beispielsweise der Soll-Fluiddruck entsprechend dem Ausgangssignal des ersten Fluiddruck-Sensors 44 festgesetzt und korrigiert wird, um die Druckdifferenz zwischen dem Soll-Fluiddruck während des vorhergehenden Verarbeitungsschrittes und dem tatsächlichen Fluiddruck im Radzylinder zu senken, so daß der korrigierte Soll-Fluiddruck zur Verfügung steht. Entsprechend kann im Falle einer direkten Betätigung der Bremseinheit mit dem vom Hauptzylinder 13 ausgegebenen Fluiddruck, eine geeignete Bremskraft proportional zur Bremsbetätigungskraft wirksam erzeugt werden.

Bei der Steuerungseinheit 30 wird das elektromagnetische Ventil 22 für den Sensor geschlossen und das elektromagnetische Ventil 28 für den Antriebsabschnitt geöffnet, wenn ein Fehler im elektrischen System auftritt, wodurch die Bremseinheit mit dem Fluiddruck angetrieben wird, indem der vom Hauptzylinder 13 erzeugte Fluiddruck als Antwort auf die Bremsbetätigung dem Fluiddruck-Antriebsabschnitt 151 der Bremseinheit 15 zugeleitet wird.

Demzufolge kann ein korrekter Betrieb der Bremseinheit 15 als Antwort auf die Bremsbetätigung selbst bei einem Fehler im elektrischen System sichergestellt werden, was den Effekt hat, daß die Verlässlichkeit und Sicherheit des Bremsvorgangs verbessert wird.

Bei einer plötzlichen Bremsung, bei der die Fluiddruckdifferenz ΔF den Schwellenwert S1 gemäß dem obigen Ausführungsbeispiels der Erfindung überschreitet, wird der Steuerstrom I, der der elektrischen Verstelleinrichtung 152 zugeleitet wird, auf I_{\max} festgelegt, so daß die durch die Bremseinheit 15 erzeugte Bremskraft maximiert wird. Der an die elektrische Verstelleinrichtung 152 zugeleitete Steuerstrom hat die Wirkung, daß er eine zu schwache Betätigungskraft solange ausgleicht, wie der Steuerstrom größer als der Steuerstrom bei einer langsamen Bremsung ist. Demzufolge muß der an die elektrische Verstelleinrichtung 152 bei einer plötzlichen Bremsung, bei der die Fluiddruckdifferenz ΔF den Schwellenwert S1 überschreitet, zugeleitete

Steuerstrom nicht notwendigerweise zu I_{\max} festgelegt sein, sondern kann auch auf einen geeigneten anderen Wert gesetzt werden, der größer als der Wert des bei einer langsamen Bremsung zugeleiteten Steuerstroms ist.

Gemäß dem oben beschriebenen erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel wurde der Soll-Fluiddruck P4 bei einer langsamen Bremsung, bei der der Steuerstrom an die elektrische Verstelleinrichtung 152 mit der normalen Bremsbetriebsart als Steuerbetriebsart bestimmt wird, mit dem Fluidruck P1 in der Eingangskammer 32 als eine vom Ausgangssignal des ersten Drucksensors 44 erfaßte Referenz berechnet. Wie in der Fig. 4 gezeigt ist, kann jedoch der gleiche Effekt erzielt werden, wenn der Soll-Fluiddruck P4 mit dem Fluidruck P2 in der volumetrischen, variablen Kammer 38 als Referenz anstelle des Fluiddruckes P1 in der Eingangskammer 32 berechnet wird, da bei einer langsamen Bremsung der Fluidruck P1 in der Eingangskammer 32 im wesentlichen gleich dem Fluidruck P2 in der volumetrischen, variablen Kammer 38 ist.

Im folgenden wird eine genaue Beschreibung eines zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels eines Steuersystems für eine Fahrzeugbremse unter Bezugnahme auf die Fig. 8, 9 gegeben. Da der Aufbau des Steuersystems der Bremse beim zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel dem Steuersystem der Bremse beim ersten Ausführungsbeispiel ähnlich ist, wird das letztere Steuersystem auch unter Bezugnahme auf die Fig. 1 beschrieben.

Die Steuereinheit 30 bewirkt eine Betätigung der elektrischen Verstelleinrichtung 152 der Bremseinheit 15 durch die in Fig. 8 gezeigten Schritte.

Insbesondere wird eine jede der Variablen n, P1(n), P2(n) und I(n) im Schritt S1 initialisiert. Der derart initialisierte Steuerstrom I(n) wird an die elektrische Verstelleinrichtung 152 der Bremseinheit 15 im Schritt 2 geleitet. Im Schritt S3 wird I zu einer Zählervariablen n hinzuaddiert. Im Schritt S4 werden jeweils ein Fluidruck P1 (n) in der Eingangskammer 32 und ein Fluidruck P2(n) in der volumetrischen, variablen Kammer 38 durch die ersten und zweiten Drucksensoren 44, 45 gemessen.

Des weiteren wird im Schritt S5 festgestellt, ob oder ab nicht der Fluidruck P1 (n) in der Eingangskammer 32 einen Schwellenwert K1 überschreitet. Wenn der Fluidruck P1 (n) den Schwellenwert K1 nicht überschreitet, wird wieder Schritt S1 ausgeführt. Wenn der Fluidruck P1 (n) den Schwellenwert K1 überschreitet, wird festgestellt, daß ein Niedertreten des Bremspedals 11 begonnen hat und Schritt S6 wird ausgeführt.

Im Schritt S6 wird festgestellt, ab oder ob nicht der Fluidruck P2 (n) in der volumetrischen, variablen Kammer 38, der dieses Mal gemessen wird, größer ist als der Fluidruck P2 (n-1), der darin zuvor gemessen wurde, und ab P2 (n) > P2 (n-1) gilt. In diesem Fall wird festgestellt, daß das Bremspedal 11 niedergetreten wurde und Schritt S7 wird ausgeführt. Im Schritt S7 wird die Druckdifferenz ΔP zwischen dem Fluidruck P1 (n) in der Eingangskammer 32 und im Fluidruck P2 (n) in der volumetrischen, variablen Kammer 38 berechnet.

Im Schritt S8 wird ein korrigierter, derzeitiger Wert f1 (ΔP), der proportional zur Druckdifferenz ΔP ist, zum vorhergehenden Steuerstromwert I (n-1) hinzuaddiert, um den Steuerstromwert I(n) zum derzeitigen Zeitpunkt zu berechnen. Im Schritt S9 wird der Steuerstromwert I(n) an die elektrische Verstelleinrichtung 152 der Bremseinheit 15 geleitet und eine zum Steuerstromwert I (n) proportionale Bremskraft erzeugt.

Danach wird Schritt S3 wieder ausgeführt und ein korrigierter Stromwert f1 (ΔP) erhalten, der proportional zur Druckdifferenz ΔP ist, womit von einer langsamen bis zu ei-

ner panikartigen Bremsung eine Steuerung mit hervorragendem Antwortverhalten stattfindet.

Wenn der derzeitige Fluiddruck $P_2(n)$ in der volumetrischen, variablen Kammer 38 kleiner wird als der vorhergehende Fluiddruck $P_2(n-1)$, so wird festgestellt, daß das Bremspedal 11 losgelassen wird, und im Schritt S6 wird eine NEIN Entscheidung getroffen. Anschließend wird Schritt S10 ausgeführt.

Im Schritt S10 wird der Fluiddruck $P_2(n)$ in der volumetrischen, variablen Kammer 38 mit einem Schwellenwert K_2 verglichen. Wenn er größer ist als der Schwellenwert K_2 , wird ein Steuerstromwert $I(n) = f_2(P_2(n))$ im Schritt S11 berechnet, der proportional zum Fluiddruck $P_2(n)$ ist, und das berechnete Ergebnis an die elektrische Verstelleinheit 152 der Bremseinheit 15 im Schritt S9 zugeführt.

Wenn im Schritt S10 eine NEIN Entscheidung getroffen wurde, dann wird festgestellt, daß das Bremspedal 11 vollständig losgelassen wurde und Schritt S1 wird wieder ausgeführt.

Wie oben erläutert, hält die Steuereinheit 30 des Steuersystems 10 für die Fahrzeugbremse gemäß diesem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel das elektromagnetische Ventil 28 für den Antriebsabschnitt geschlossen und die elektromagnetischen Ventile 22, 23 für die Sensoren geöffnet, während das elektrische System normal arbeitet, bewirkt, daß der vom Hauptzylinder 13 erzeugte Hydraulikdruck von der Erfassungseinheit 17 für den Bremsvorgang angenommen wird, und steuert die Funktion der elektrischen Verstelleinrichtung 152 der Bremseinheit 15 in Abhängigkeit vom Ausgangssignal der Erfassungseinheit 17 für die Bremsbetätigung, wodurch die Bremseinheit 15 zur Durchführung eines vorbestimmten Bremsvorgangs veranlaßt wird.

In diesem Fall bewirkt die Erfassungseinheit 17 für die Bremsbetätigung, daß der vom Hauptzylinder 13 als Antwort auf den Bremsvorgang ausgegebene Fluiddruck durch die Eingangskammer 32 und die volumetrische, variable Kammer 38 angenommen und aufgenommen wird, und bewirkt gleichzeitig die Erzeugung eines vorteilhaften Bremsgefühls, indem eine geeignete Gegenkraft an das Bremspedal als Bremsbetätigungsmittel übertragen und die Druckkraft der Feder 42 zum Drücken des Kolbens 40 in die volumetrische, variable Kammer 38 verwendet wird.

Bei der Erfassungseinheit 17 für den Bremsvorgang fließt des weiteren das unter Druck stehende Fluid in der Eingangskammer 32 über die Öffnung 36 in die volumetrische, variable Kammer 38, da das Fluid in der Eingangskammer 32 aufgrund des Einleitens des Fluiddrucks im Hauptzylinder 13 bei der langsamen Bremsung langsam unter Druck gesetzt wird, während langsam auf das Bremspedal getreten wird und keine starke Druckdifferenz zwischen der Eingangskammer 32 und der volumetrischen, variablen Kammer 38 erzeugt wird.

Bei einem plötzlichen Bremsen, wo plötzlich auf das Bremspedal getreten wird, findet das Durchfließen der Öffnung 36 zu spät statt, da das Fluid in der Eingangskammer 32 aufgrund des Einleitens des Fluiddrucks im Hauptzylinder 13 schnell unter Druck gesetzt wird und der Fluiddruck in der Eingangskammer 32 stark ansteigt, wohingegen der Fluiddruck in der volumetrischen, variablen Kammer 38 langsam steigt. Dies bewirkt, daß eine Druckdifferenz zwischen der Eingangskammer 32 und der volumetrischen, variablen Kammer 38 erzeugt wird.

Mit anderen Worten ist die Druckdifferenz ΔP zwischen der Eingangskammer 32 und der volumetrischen, variablen Kammer 38 eine Information, die den Betriebszustand des Bremspedals seitens des Fahrers korrekt wiedergibt. Wie in der Fig. 9 gezeigt ist, entspricht die langsame Bremsung, die normale Bremsung, die plötzliche Bremsung und die panik-

artige Bremsung in dieser Reihenfolge einer Verringerung der Druckdifferenz ΔP . Der vom Fahrer geforderte Bremsvorgang kann bestimmt werden, indem die Druckdifferenz ΔP zwischen der Eingangskammer 32 und der volumetrischen, variablen Kammer 38 basierend auf den von den ersten und zweiten Drucksensoren 44, 45 erfaßten Werten erfaßt wird.

Des weiteren müssen die von den Drucksensoren 44, 45 erfaßten Werte nicht differenziert werden, sondern nur ihre Differenz berechnet werden. Folglich wird das zum Zeitpunkt der Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer hinzugefügte Rauschen nicht verstärkt.

Daher wird kein Filterverfahren zur Rauschunterdrückung benötigt und daher der Erfassungsvorgang nicht verzögert. Der Zustand der Bremsbetätigung wird genau und schnell erfaßt, so daß eine motorgetriebene Bremseinheit auf geeignete Weise mit hervorragendem Antwortverhalten betätigt werden kann.

Zusätzlich ist das Einwegventil 34 bei diesem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel zwischen der Eingangskammer 32 und der volumetrischen, variablen Kammer 38 parallel zur Öffnung 36 zur Verbindung der Eingangskammer 32 mit der volumetrischen, variablen Kammer 38 im Ventilkörper 53 des Einwegventils 34 angebracht, so daß das Bremspedal 11 schnell in seine Anfangsposition zurückkehrt, da der im Durchmesser größere Verbindungsdurchlaß 48 als die Öffnung 36 die Eingangskammer 32 mit der volumetrischen, variablen Kammer 38 verbindet, wenn das Bremspedal 11 losgelassen wird. Dadurch beschleunigt sich der Rückfluß des Fluids, das veranlaßt wurde, von der Eingangskammer 32 in die volumetrische, variable Kammer 38 zu fließen.

Die Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung bei dem erfindungsgemäßen Steuersystem für eine Fahrzeugbremse veranlaßt die Annahme und die Aufnahme des vom Hauptzylinder ausgegebenen Fluiddrucks durch die Eingangskammer und die volumetrische, variable Kammer als Antwort auf den Bremsvorgang und ruft gleichzeitig ein vorteilhaftes Bremsgefühl hervor, indem in geeigneter Weise eine Gegenkraft auf das Bremspedal als Bremsbetätigungsmittel geleitet wird, und die Druckkraft der Feder zum Drücken des Kolbens in die volumetrische, variable Kammer verwendet wird.

Die Fluiddruckdifferenz zwischen der Eingangskammer und der volumetrischen, variablen Kammer zeigt bei einer langsamen Bremsung in der normalen Bremsbetriebsart eine im wesentlichen konstante, charakteristische Kurve vom Anfangszustand bis zum Endzustand des Bremsvorganges. Dagegen weist bei einer plötzlichen Bremsung in der plötzlichen oder panikartigen Bremsbetriebsart die Fluiddruckdifferenz dazwischen eine Zunahme auf, die beim Anfangszustand des Bremsvorganges stark ansteigt, aber im Endzustand eine konstante, charakteristische Kurve zeigt. Diese Tendenz ist selbst dann unverändert, wenn ein weiblicher Fahrer mit einer schwachen Tretkraft die Bremsen betätigt. Ob oder ob nicht die Fluiddruckdifferenz eine derartige im Anfangszustand des Bremsvorganges stark ansteigende Zunahme aufweist, kann durch einen Vergleich der Größen der Fluiddruckdifferenz genau bestimmt werden, falls die Fluiddruckdifferenz den Schwellenwert überschreitet, wobei zuvor ein geeigneter Schwellenwert eingestellt wurde. Des weiteren beinhaltet das Berechnungsverfahren der Fluiddruckdifferenz und der Vergleich der Größen der Fluiddruckdifferenz und des Schwellenwerts keine Differentiation, sondern nur Additionen und Subtraktionen. Das zum Zeitpunkt der Betätigung der Bremsen durch den Fahrer beim Stand der Technik hinzugefügte Rauschen wird nicht verstärkt.

Daher ist es möglich, im Anfangszustand, in dem der Bremsvorgang beginnt, genau und schnell festzustellen, ob der Bremsvorgang beispielsweise eine langsame Bremsung, wie beispielsweise eine normale Bremsung, oder eine plötzliche oder Panikbremsung darstellt, indem die Werte der Druckdifferenz und des vorbestimmten Schwellenwerts verglichen werden. Dann kann eine jede elektrisch angetriebene Bremseneinheit in geeigneter Weise mit hervorragendem Antwortverhalten betätigt werden, wie es der Fahrer fordert, indem die Zufuhr von elektrischer Energie an die elektrische Verstelleinrichtung in Abhängigkeit von einem Ausgangssignal des ersten oder zweiten Drucksensors als einem Parameter eingestellt wird, der repräsentativ für die Stärke der Bremsbetätigungskraft des Fahrers ist.

Die Zufuhr von elektrischer Leistung an die elektrische Verstelleinrichtung wird derart gesteuert, daß eine maximale Bremskraft bei einer plötzlichen Bremsung in der Betriebsart für eine plötzliche oder panikartige Bremsung erzeugt wird, wenn die Fluiddruckdifferenz den Schwellenwert überschreitet. Daher kann eine ausreichende und notwendige Bremskraft, die eine zu schwache Bremsbetätigungskraft ausgleicht, in korrekter Weise selbst dann erzeugt werden, wenn ein weiblicher Fahrer mit einer schwachen Kraft auf das Bremspedal steigt, wodurch eine Gefahr aufgrund einer zu geringen Betätigungskraft vermieden werden kann.

Des weiteren sind die Werte, die von den ersten und zweiten Drucksensoren erfaßt sind, in der normalen Bremsbetriebsart einander im wesentlichen gleich, bei der die Druckdifferenz den Schwellenwert nicht überschreitet und sich beide mit dem als Antwort auf den Bremsvorgang erzeugten Fluiddruck ändern. Die Druckdifferenz ist als ein Parameter verwendbar, der die Stärke der Bremsbetätigungskraft genau wiedergibt. Folglich schaltet die Steuereinheit die Steuerbetriebsart in die Betriebsart für eine normale Bremsung um, wenn die Druckdifferenz den Schwellenwert nicht überschreitet, und steuert die Zufuhr von elektrischer Energie an die elektrische Verstelleinrichtung, basierend auf dem von dem ersten oder zweiten Drucksensor erfaßten Fluiddruck, so daß die durch die Bremseneinheit erzeugte Bremskraft einem Wert entspricht, der dem in die Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung eingeleiteten Fluiddruck im Hauptzylinder entspricht. Dann kann eine geeignete Bremskraft, die der Bremsbetätigungskraft entspricht, wie im Falle einer direkten Betätigung der Bremseneinheit mit dem vom Hauptzylinder ausgegebenen Fluiddruck in der normalen Bremsbetriebsart erzeugt werden, wobei die Druckdifferenz den Schwellenwert nicht überschreitet.

Wie oben erläutert, hält die Steuereinheit in der Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung gemäß der vorliegenden Erfindung das elektromagnetische Ventil für den Antriebsabschnitt und außerdem das elektromagnetische Ventil für den Sensor, wenn das elektrische System normal arbeitet, veranlaßt die Aufnahme des vom Hauptzylinder erzeugten Hydraulikdruckes durch die Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung und steuert den Betrieb der elektrischen Verstelleinrichtung der Bremseneinheit in Abhängigkeit vom Signal, das von der Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung ausgegeben wurde, wodurch die Bremseneinheit ihre vorbestimmte Funktion ausführt.

Des weiteren fließt bei der Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung das unter Druck stehende Fluid in der Eingangskammer über die Öffnung in die volumetrische, variable Kammer, da das Fluid in der Eingangskammer aufgrund des Einleitens des Fluiddruckes im Hauptzylinder beim langsamen Bremsen langsam unter Druck gesetzt wird, während langsam auf das Bremspedal getreten und keine starke Druckdifferenz zwischen der Eingangskammer und der volumetrischen, variablen Kammer erzeugt wird.

Wenn bei einem plötzlichen Bremsen plötzlich auf das Bremspedal getreten wird, wird der Durchfluß der Öffnung verzögert, da das Fluid in der Eingangskammer aufgrund der Einleitung des Fluiddruckes im Hauptzylinder plötzlich langsam unter Druck gesetzt wird. Der Fluiddruck in der volumetrischen, variablen Kammer steigt allmählich, wohingegen der Fluiddruck in der Eingangskammer stark ansteigt. Dies resultiert in einer starken Druckdifferenz zwischen der Eingangskammer und der volumetrischen, variablen Kammer.

Mit anderen Worten ist die Druckdifferenz zwischen der Eingangskammer und der volumetrischen, variablen Kammer eine Information, die den Betätigungszustand des Bremspedals seitens des Fahrers korrekt wiedergibt. Daher kann die Bremsenbetätigung, die vom Fahrer gefordert wird, bestimmt werden, indem die Druckdifferenz zwischen der Eingangskammer und der volumetrischen, variablen Kammer, basierend auf den von den ersten und zweiten Drucksensoren erfaßten Werten bestimmt wird.

Daher wird auch kein Filterverfahren zur Rauschunterdrückung benötigt und der Erfassungsvorgang wird aufgrund des fehlenden Filterverfahrens nicht verzögert. Der Zustand der Bremsbetätigung wird genau und schnell erfaßt, so daß die motorgetriebene Bremseneinheit auf geeignete Weise mit hervorragendem Antwortverhalten betätigt werden kann.

Wenn ein Fehler oder ein Versagen des elektrischen Systems auftritt, hält die Steuereinheit des weiteren das elektromagnetische Ventil für den Sensor geschlossen und das elektromagnetische Ventil für den Antriebsabschnitt offen, um auf diese Weise die Bremseneinheit hydraulisch zu betreiben, indem der vom Hauptzylinder erzeugte Hydraulikdruck als Antwort auf den Bremsvorgang dem hydraulischen Antriebsabschnitt der Bremseneinheit zugeleitet wird.

Folglich kann ein geeigneter Betrieb der Bremseneinheit als Antwort auf die Bremsbetätigung selbst bei einem Versagen oder einem Fehler des elektrischen Systems sichergestellt werden, was die Zuverlässigkeit und Sicherheit des Bremsvorganges verbessert.

Patentansprüche

1. Steuersystem für eine Fahrzeugbremse, umfassend: einen Hauptzylinder zum Erzeugen eines Fluiddruck als Antwort auf eine Bremsbetätigung, Bremseneinheiten, die jeweils durch elektrische Verstelleinrichtungen betätigt sind, eine Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung zum Erfassen eines Zustands der Bremsbetätigung anhand des vom Hauptzylinder ausgegebenen Fluiddruckes und zum Ausgeben eines Signals entsprechend dem Zustand der Bremsbetätigung, und eine Steuereinheit zum Steuern der von einer jeden Bremseneinheit ausgegebenen Bremskraft durch Betätigen der elektrischen Verstelleinrichtung entsprechend dem Ausgangssignal der Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung, wobei die Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung eine Eingangskammer aufweist, in die der Fluiddruck im Hauptzylinder eingeleitet ist, eine volumetrische, variable Kammer, die mit der Eingangskammer über eine Öffnung verbunden ist, einem in der volumetrischen, variablen Kammer gleitenden Kolben, eine Feder zum Drücken des Kolbens in Richtung einer Verringerung des Volumens der volumetrischen, variablen Kammer, einen ersten und einen zweiten Drucksensor zum jeweiligen Erfassen des Fluiddruckes in der Eingangskammer und des Fluiddruckes in der volumetrischen, variablen Kammer, und

wobei ferner die Steuereinheit zum Umschalten zwischen Steuerbetriebsarten entsprechend einer basierend auf den Ausgangssignalen der ersten und zweiten Drucksensoren berechneten Druckdifferenz zwischen einer Eingangskammer und der volumetrischen, variablen Kammer verwendet wird, die Steuerbetriebsart auf eine plötzliche Bremsbetriebsart umschaltet, wenn die Druckdifferenz einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet, um die Betriebsart für die plötzliche Bremsung mit der Steuerbetriebsart zu vergleichen, wenn der Fluiddruck den Schwellenwert nicht überschreitet, und die Zufuhr von elektrischer Energie an jede elektrische Verstelleinrichtung steuert, so daß die von der Bremseinheit erzeugte Bremskraft erhöht ist.

2. Steuersystem für eine Fahrzeugbremse nach Anspruch 1, wobei die Steuereinheit die Steuerbetriebsart in eine normale Bremsbetriebsart umschaltet, wenn die Druckdifferenz den Schwellenwert nicht überschreitet, und die Zufuhr von elektrischer Energie an jede elektrische Verstelleinrichtung basierend auf dem von einem der ersten und zweiten Drucksensoren erfaßten Fluiddruck steuert, so daß die von der Bremseinheit erzeugte Bremskraft dem vom Hauptzylinder in die Erfassungseinrichtung für die Bremsbetätigung eingeleiteten Fluiddruck entspricht.

3. Steuersystem für eine Fahrzeugbremse, umfassend: einen Hauptzylinder zum Erzeugen eines Fluiddrucks als Antwort auf eine Bremsbetätigung, hydraulisch oder elektrisch angetriebene Bremseinheiten, die jeweils mit ölhydraulischen Antriebsabschnitten als Antriebsquellen und elektrischen Verstelleinrichtungen versehen sind, und eine Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung zum Erfassen eines Zustands der Bremsbetätigung anhand des vom Hauptzylinder ausgegebenen Fluiddrucks und zum Ausgeben eines Signals entsprechend dem Zustand der Bremsbetätigung, elektromagnetischen Ventilen für Sensoren, die zum jeweils Öffnen und Schließen von hydraulischen Durchlässen verwendet werden, um den vom Hauptzylinder ausgegebenen Hydraulikdruck einzuleiten, und elektromagnetische Ventile für die Antriebsabschnitte, die zum jeweiligen Öffnen und Schließen von hydraulischen Durchlässen verwendet werden, um den vom Hauptzylinder ausgegebenen Hydraulikdruck einzuleiten, sowie eine Steuereinheit zum Steuern der Betätigung der Bremseinheiten, der elektromagnetischen Ventile für die Sensoren und der elektromagnetischen Ventile für die Antriebsabschnitte, wobei die Erfassungseinheit für die Bremsbetätigung eine Eingangskammer aufweist, in die der Fluiddruck im Hauptzylinder eingeleitet ist, eine volumetrische, variable Kammer, die mit der Eingangskammer über eine Öffnung verbunden ist, einen Kolben, der in der volumetrischen, variablen Kammer gleitet, eine Feder zum Drücken des Kolbens in Richtung einer Verringerung des Volumens der volumetrischen, variablen Kammer, einen ersten und zweiten Drucksensor zum jeweiligen Erfassen des Fluiddrucks in der Eingangskammer und des Fluiddrucks in der volumetrischen, variablen Kammer, und wobei ferner die Steuereinheit zur Steuerung der elektrischen Verstelleinrichtung bei einem Empfang von Signalen der ersten und zweiten Drucksensoren verwendet wird.

Nummer:
Int. Cl.⁶:
Offenlegungstag:

DE 198 51 996 A1
B 60 T 13/66
12. Mai 1999

FIG. 2

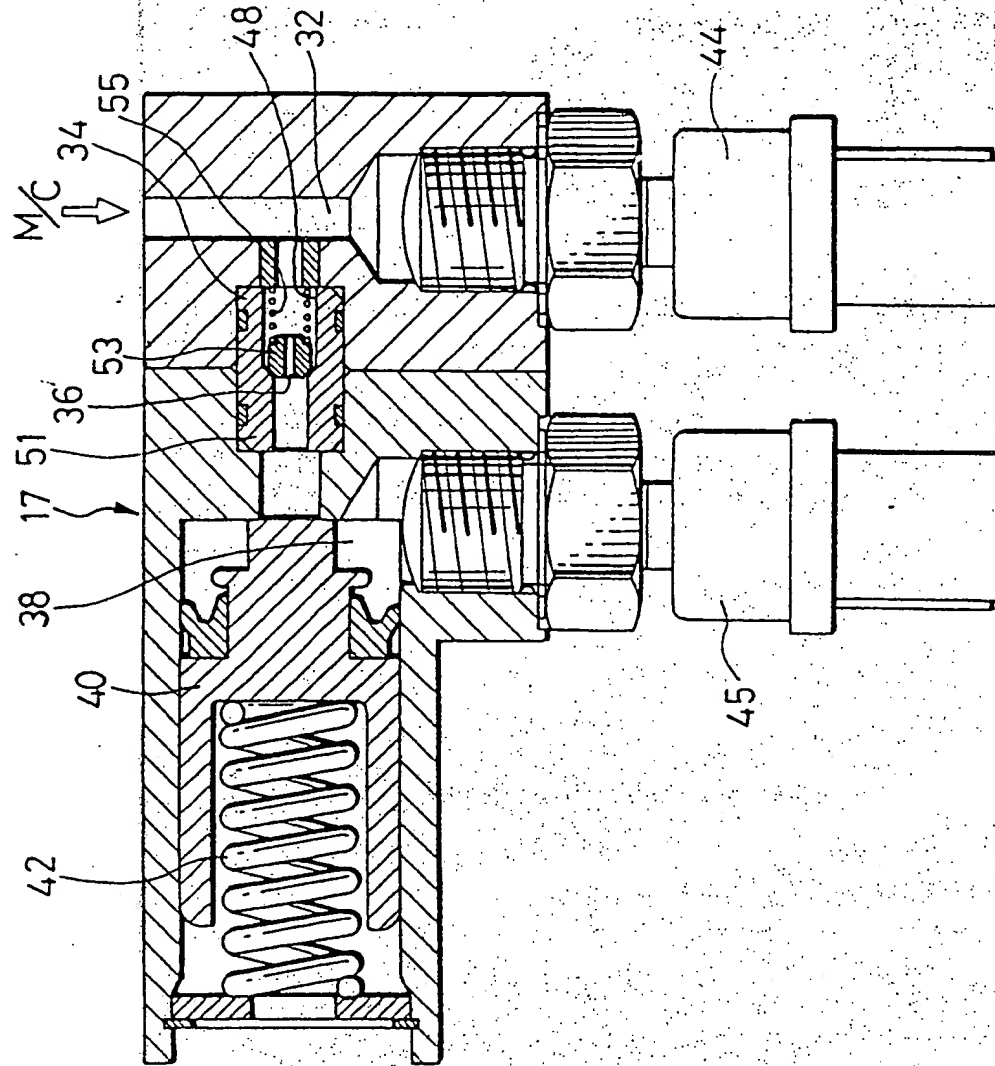


FIG. 3

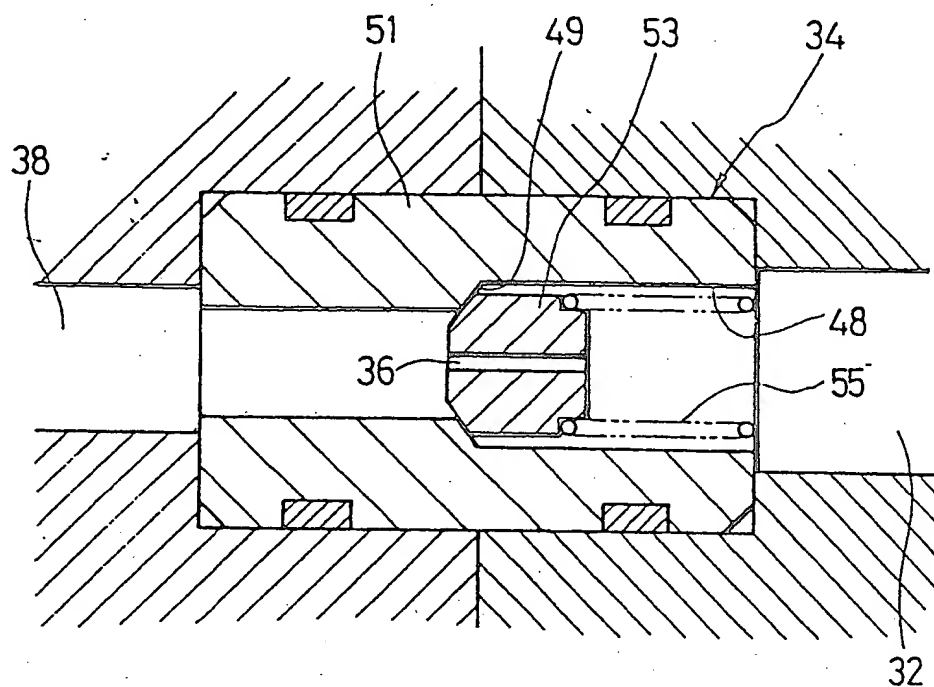
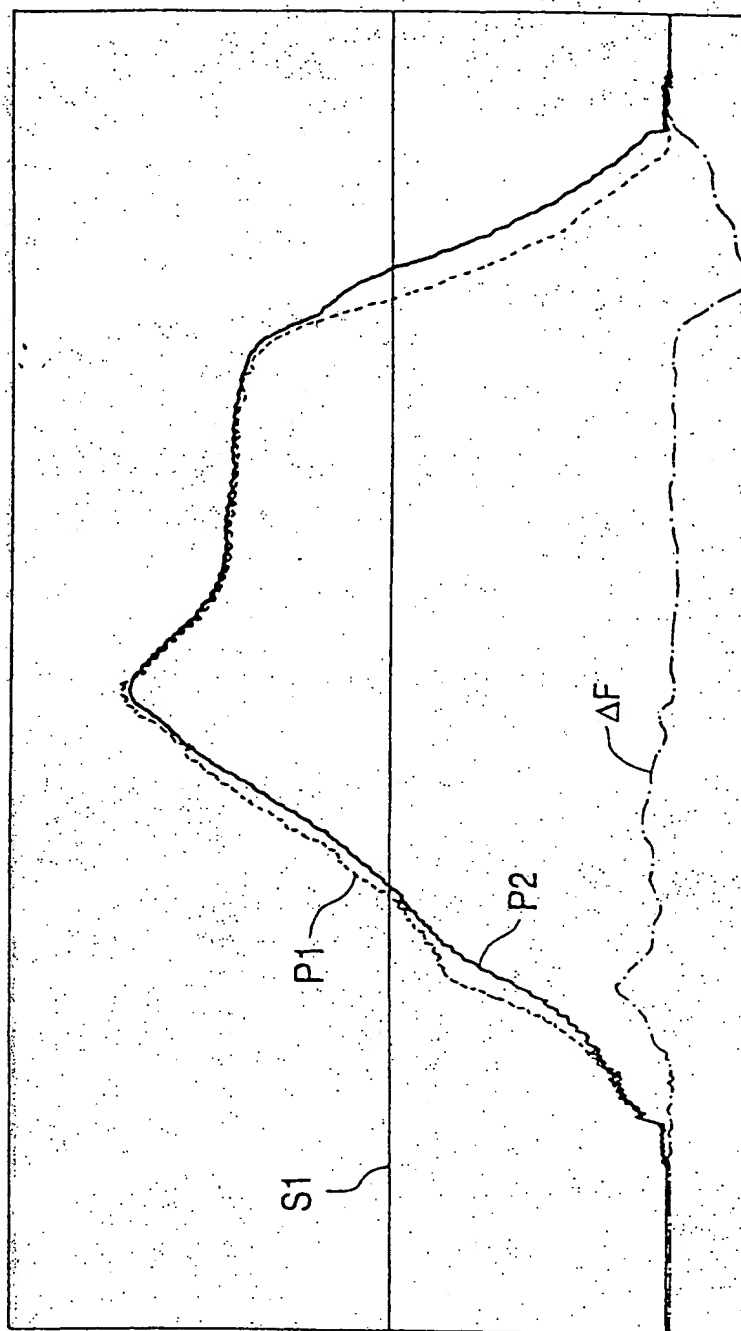


FIG. 4



AUSGANGSSIGNAL DES SENSORS

FIG. 5

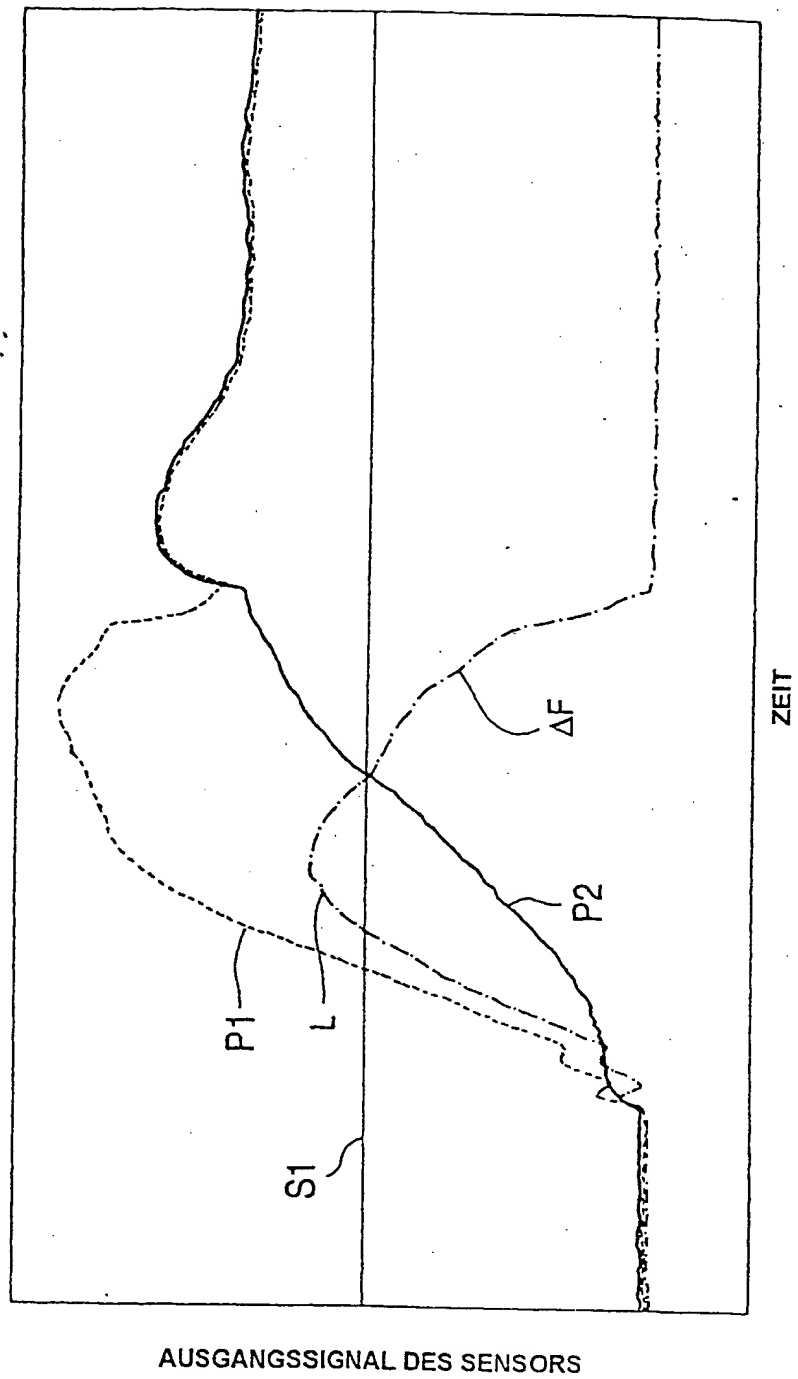


FIG. 6

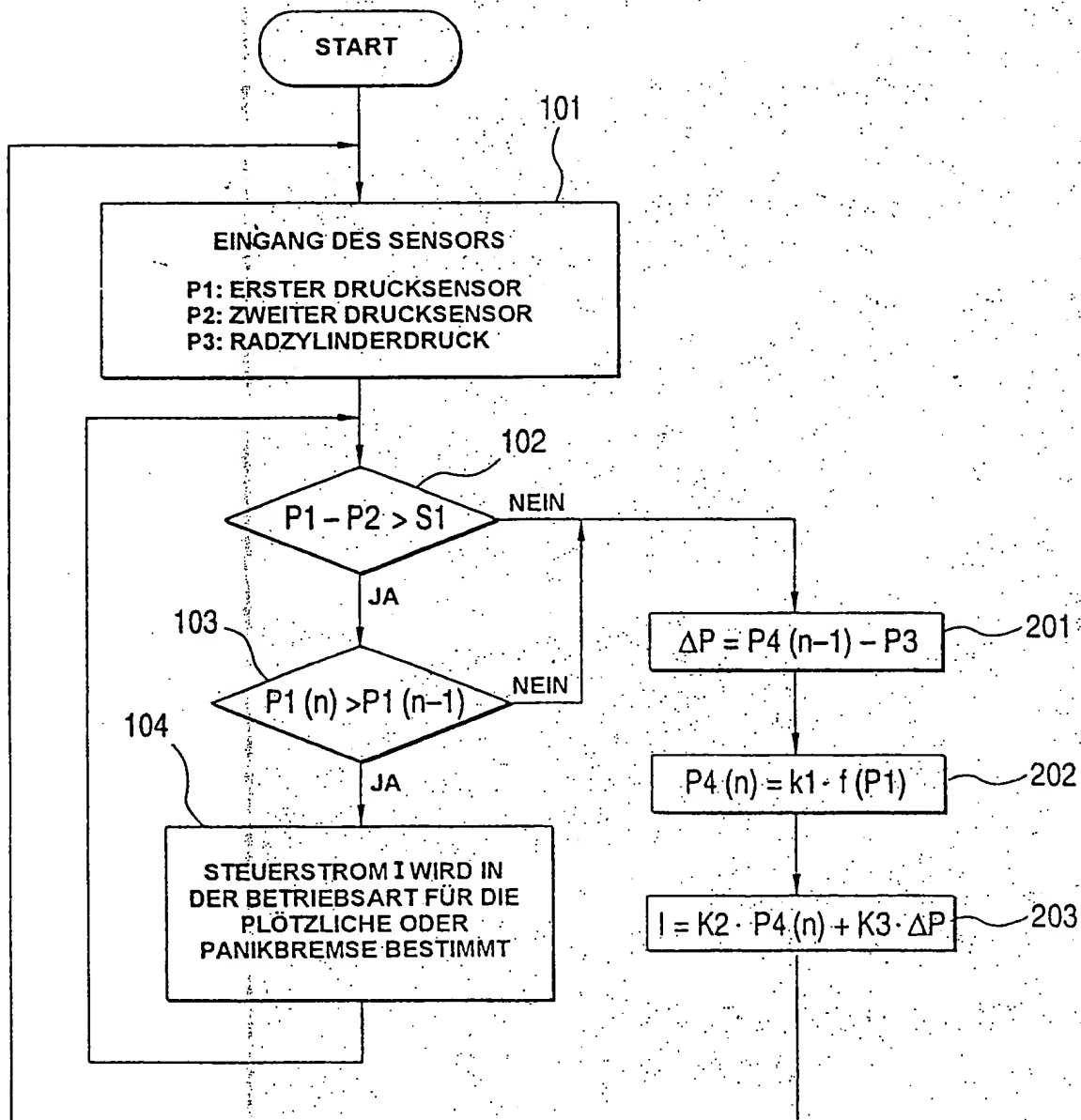


FIG. 7

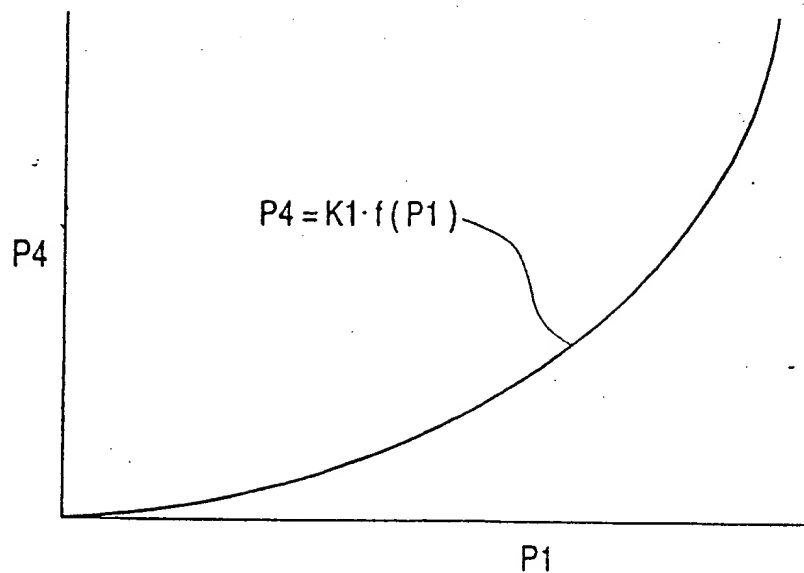


FIG. 8

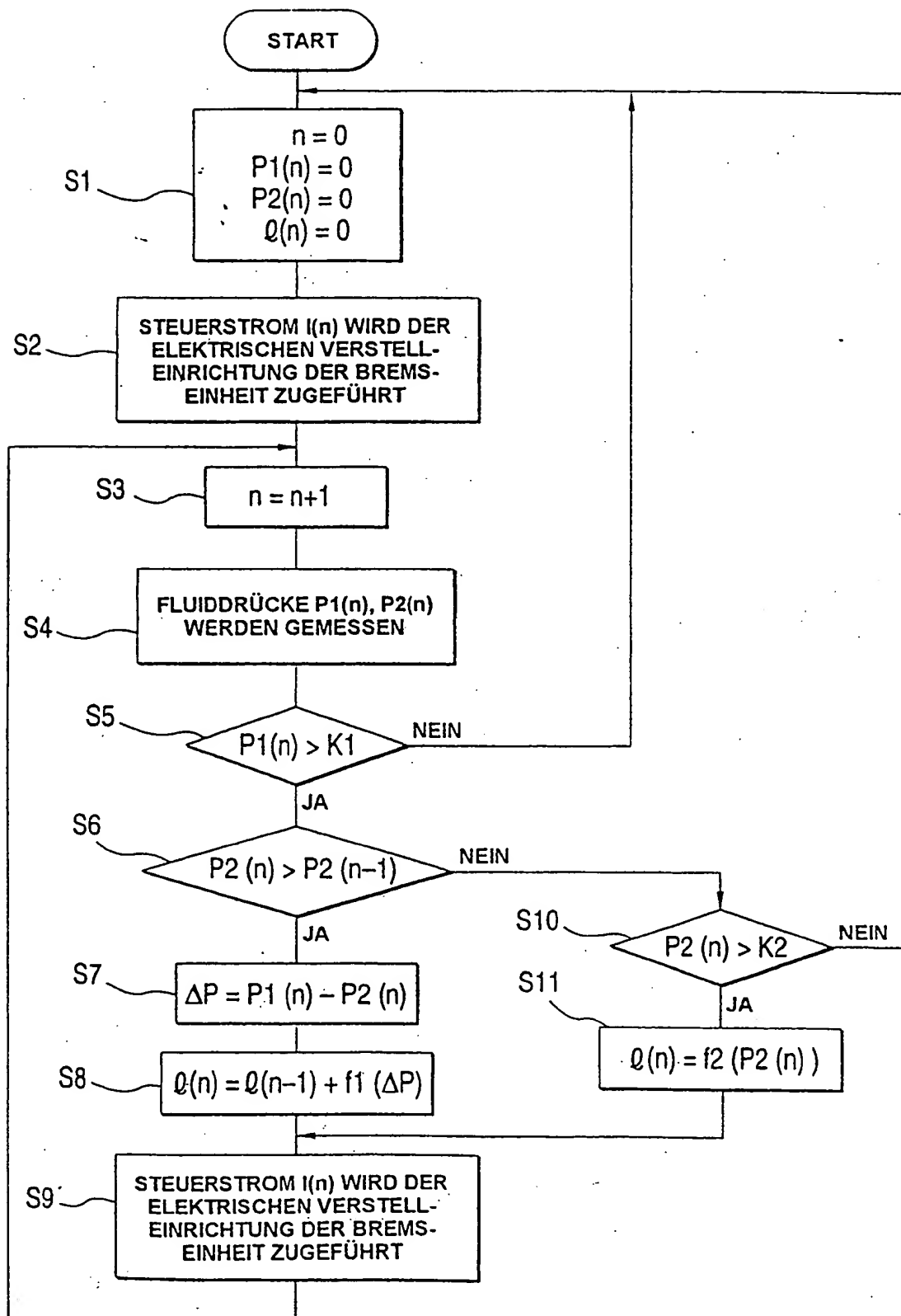


FIG. 9

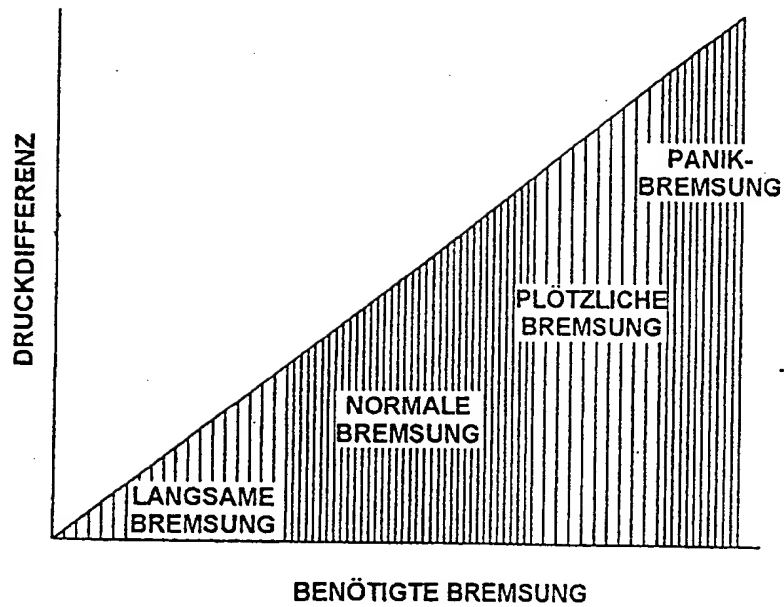


FIG. 10

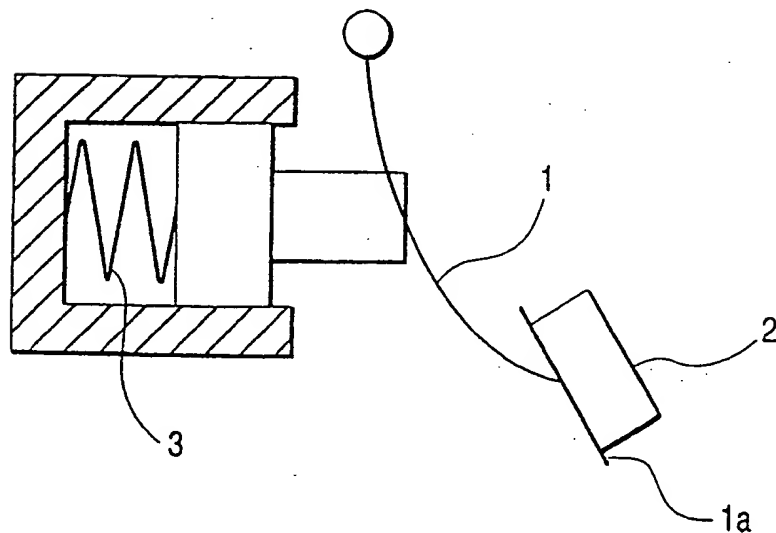


FIG. 11

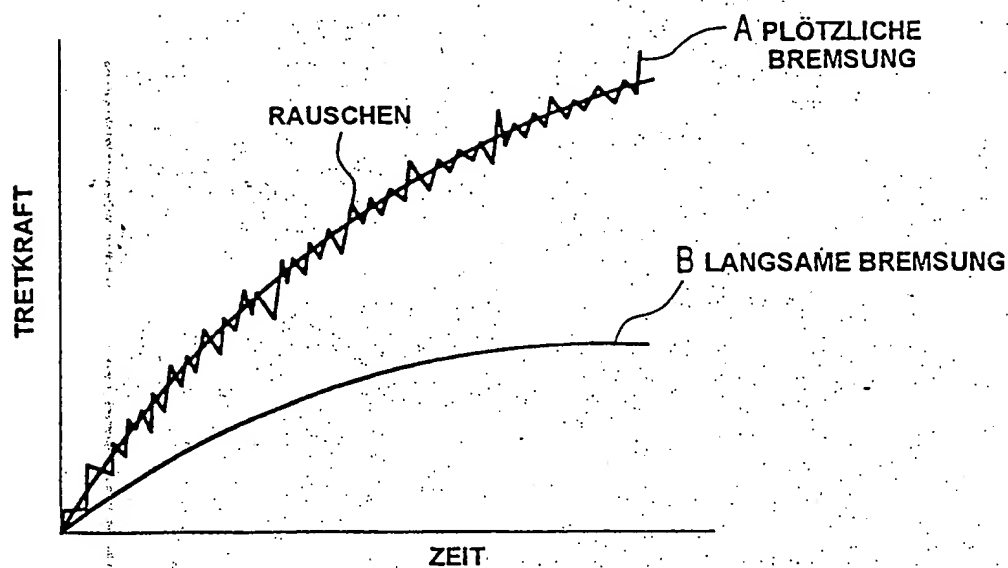


FIG. 12

